


NOVAS TECNOLOGIAS DE PROTEÇÃO ANTICORROSIVA COM REVESTIMENTOS ORGÂNICOS

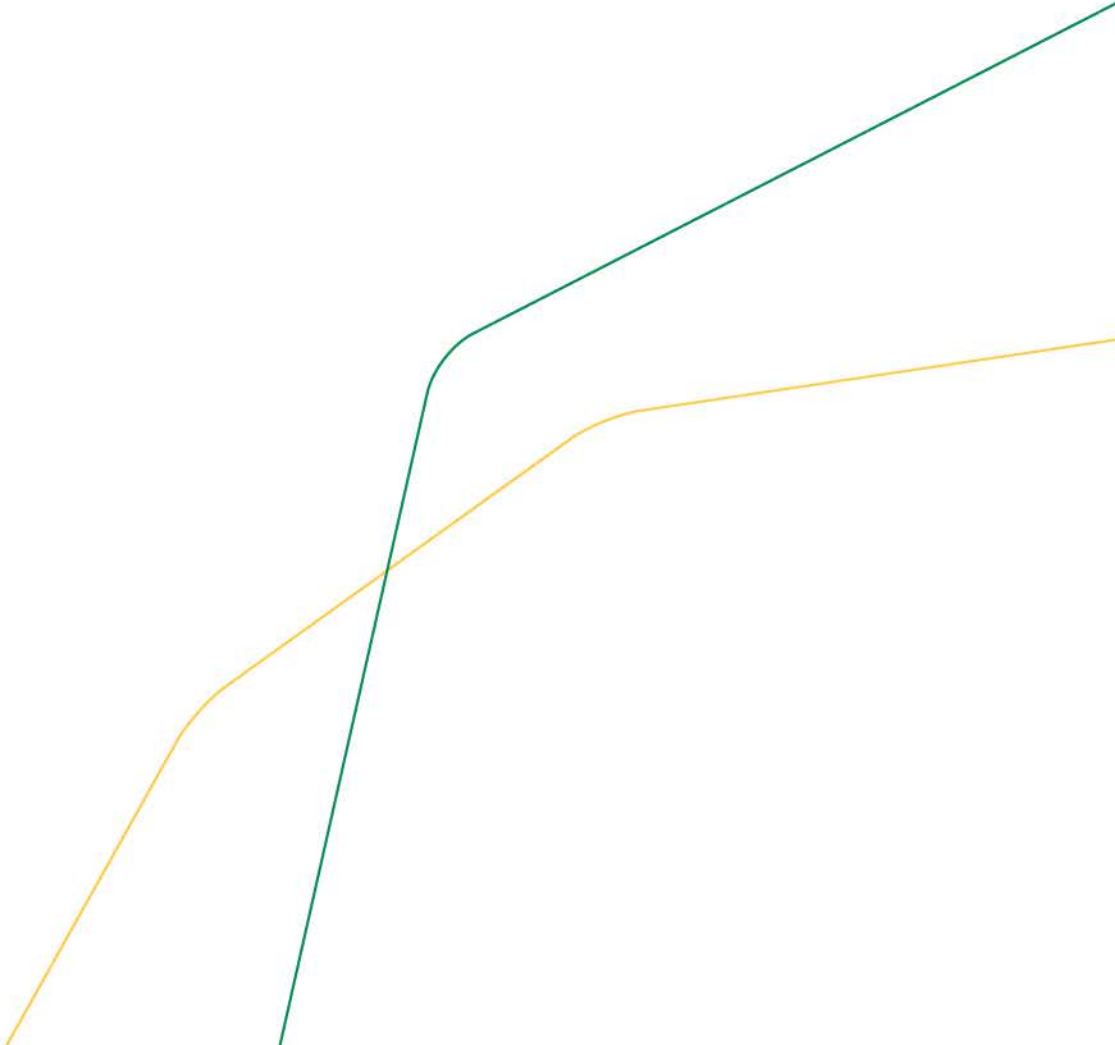
Victor Solymossy, MSc.
CENPES/PDEP/TMEC



APRESENTAÇÃO



apresentação pessoal



VICTOR SOLYMOSSY

Bacharel em Química pela Universidade Federal de São Carlos

Mestre em Química Inorgânica pela Universidade de São Paulo

Químico de Petróleo no Centro de P&D da Petrobras

Representante da Petrobras na ABNT

CE 43 - Comitê Brasileiro de Corrosão

Representante da Petrobras na OGP Coatings Standards SC

Representante do Brasil em WGs da ISO

ISO/TC-67/SC2/WG 19

ISO/TC-67/SC2/WG14

ISO/TC-67/WG11

INTRODUÇÃO



corrosão



CORROSÃO

Desgaste, ou modificação química ou estrutural de um material, provocados pela ação química ou eletroquímica espontânea de agentes do meio ambiente.

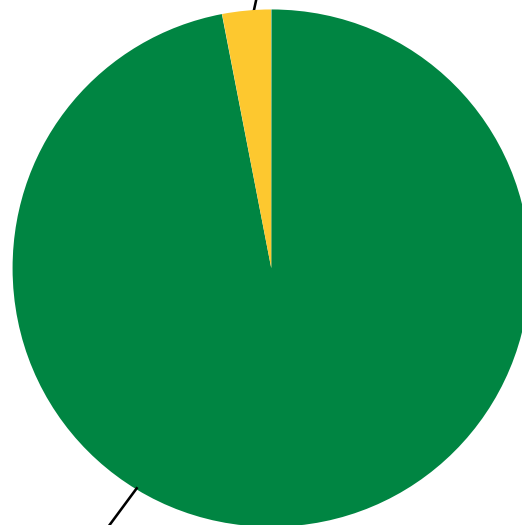


CUSTO DA CORROSÃO

Estudo publicado na revista "Materials Performance", de março de 2002



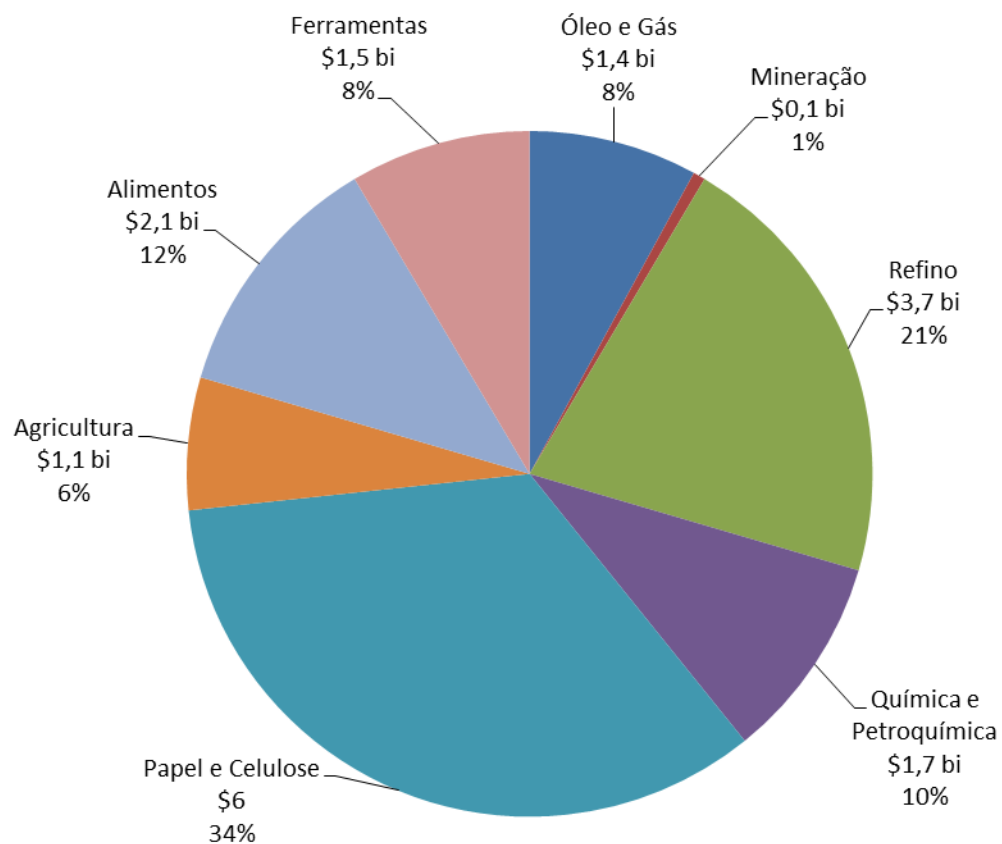
Custo direto da corrosão:
\$276 bi (3,1% do PIB)



PIB Norte americano em
1998 (\$8,79 tri)



CUSTOS EM PRODUÇÃO E MANUFATURA



REVESTIMENTOS ORGÂNICOS E CORROSÃO

O estudo analisou os custos associados à diversos métodos de controle de corrosão, assim como o custo dos serviços de controle, P&D, educação e treinamento. Estima-se que o custo direto relacionado ao controle de corrosão seja de \$121 bilhões, ou **1,38%** do PIB norte americano. A maior fração deste custo, **88,3%**, é atribuída aos revestimentos orgânicos.



TINTAS



proteção anticorrosiva com
revestimentos orgânicos

TINTAS, PINTOR E PINTURA

- Tinta não é um produto acabado
- O bom desempenho depende de diversos fatores
 - Especificação
 - Preparação
 - Aplicação
- Limitações



PINTAR NÃO É TÃO SIMPLES...

Toda especificação exige, no mínimo

- Procedimento de limpeza
 - Limpeza, lavagem
- Procedimento de preparação de superfície
 - Jato abrasivo, hidrojato, lixas, escovas, agulheiros
- Procedimento de aplicação
 - Rolo, trincha, pistola convencional, pistola sem ar
 - Número de demãos, espessura por demão, intervalos de repintura
- Controle de condições ambientais
 - Umidade relativa do ar, temperatura ambiente, umidade residual no substrato, salinidade, temperatura do substrato
- Controle das condições de cura
 - Variações de temperatura, umidade do ar, tempo

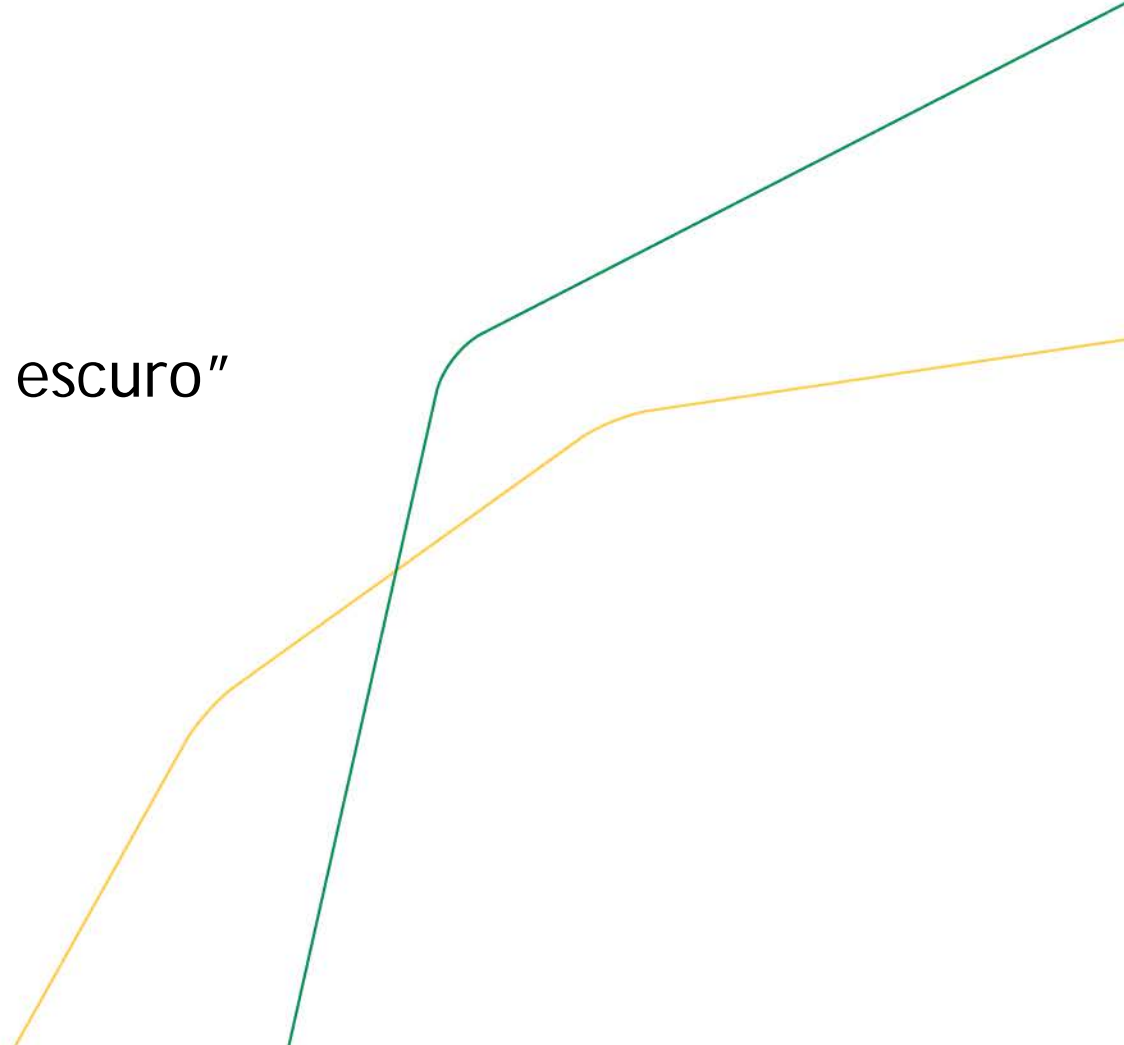
NOVAS TECNOLOGIAS, CIÊNCIA ANTIGA

A pesquisa fundamental é a caixa de ferramentas do formulador

- NTC e grafenos
- Fotoquímica
- Síntese orgânica
- Produtos naturais
- Nanotecnologia
- Novos polímeros
- Inibidores de corrosão

OAP

—
os defeitos “brilham no escuro”



PINTAR NÃO É TÃO SIMPLES...



PODE SER UM POUCO PIOR...



DETERMINAÇÃO DE DESCONTINUIDADES

O método tradicional baseia-se na utilização de um equipamento elétrico que procura por falhas e defeitos

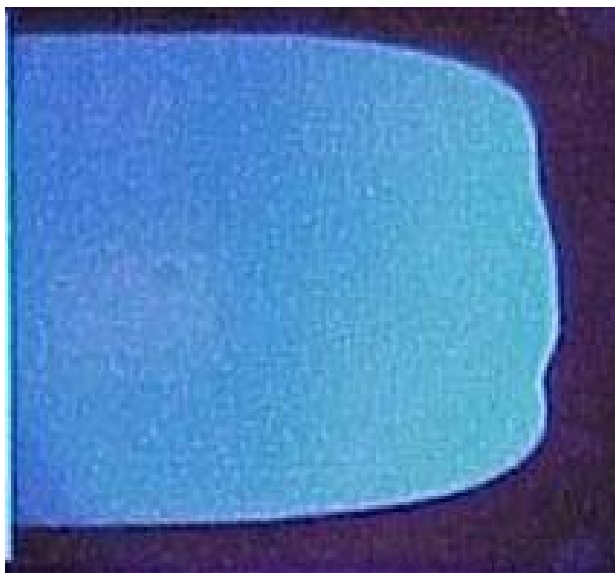


Equipamento de “via úmida”

Equipamento de “via seca”

TINTA QUE “BRILHA NO ESCURO”

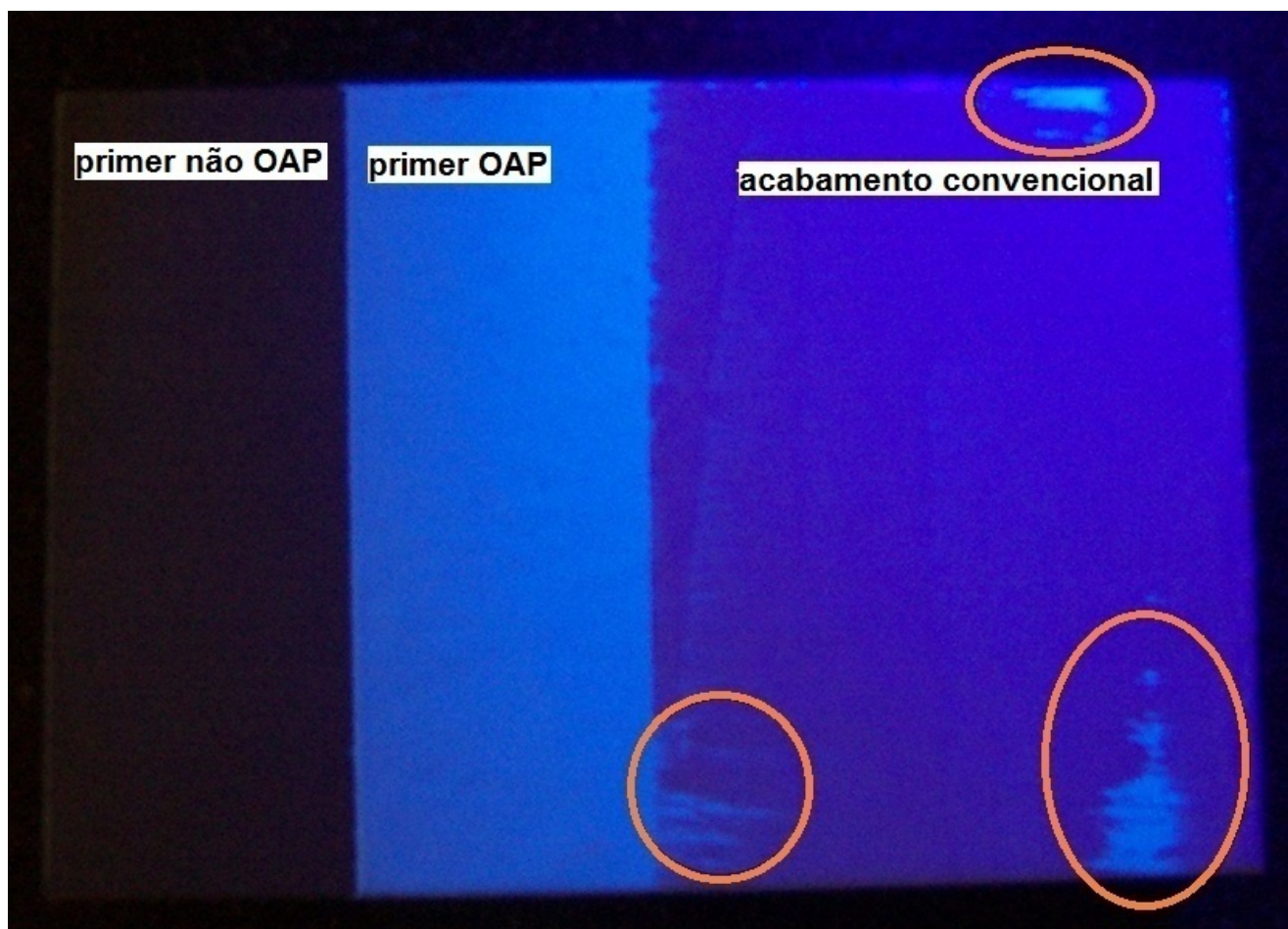
Tinta fluorescente



Tinta não fluorescente



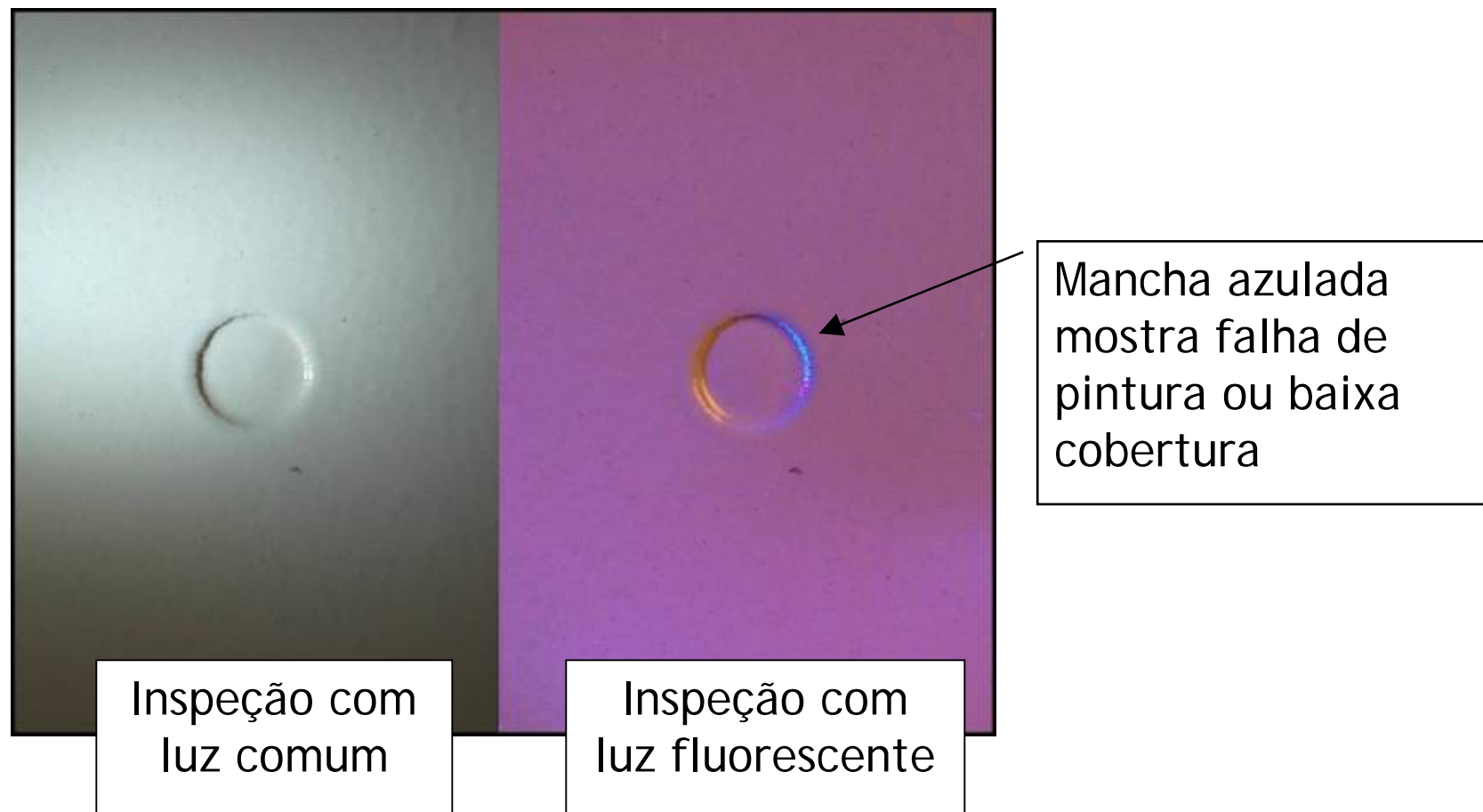
DETECÇÃO DE FALHAS E DEFEITOS



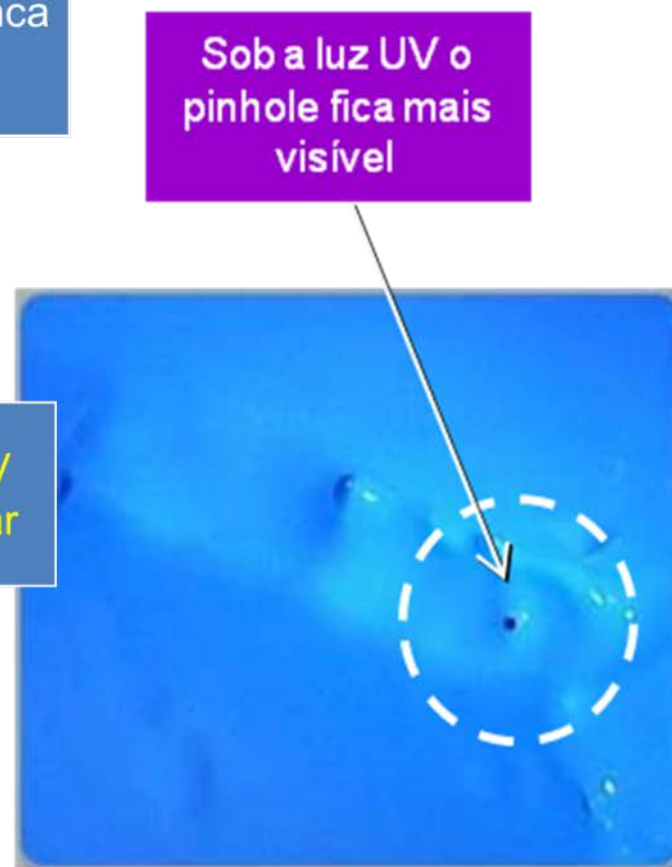
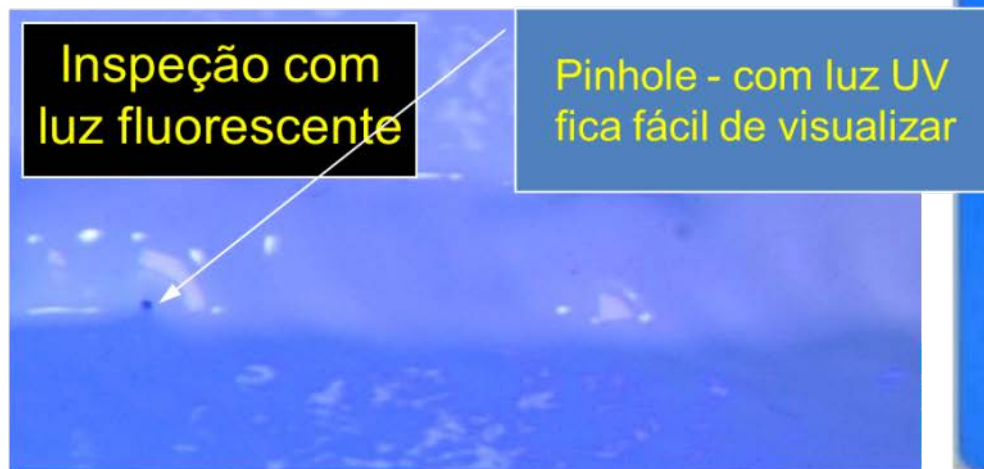
EFEITOS DO USO DE TINTAS COM OAP



ACABAMENTO SOBRE TINTA OAP

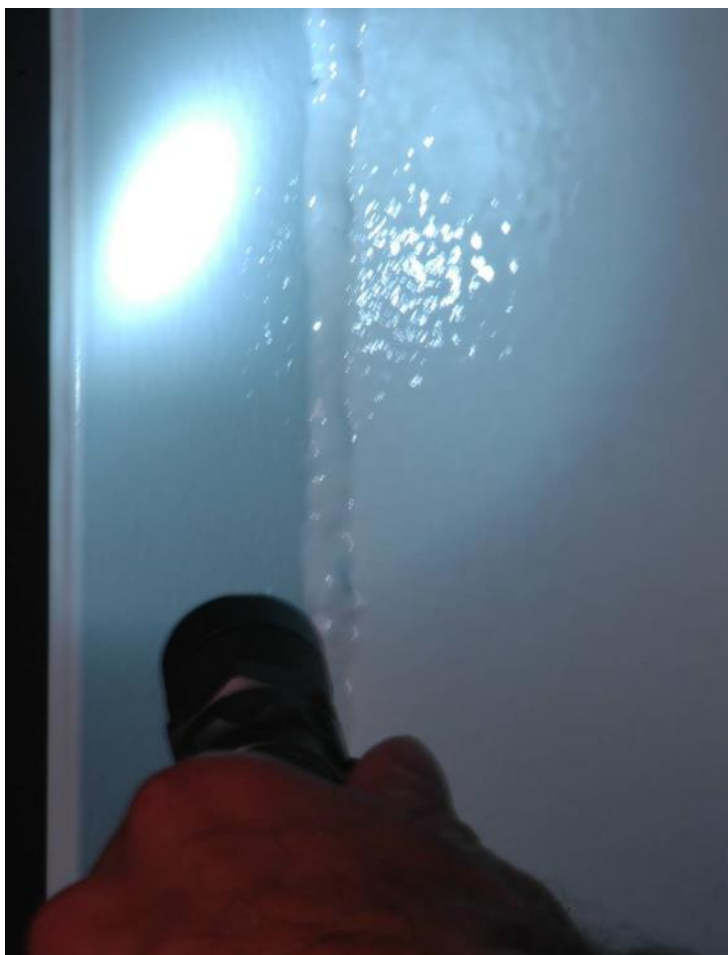


CORDÕES DE SOLDA



REFLEXOS E CLARÕES

Com luz branca (normal)



Com luz UV




VIABILIDADE DO MÉTODO

- OAP Fluoresce quando iluminado com Lâmpada de UVA-A
- O comprimento de onda é seguro para o olho humano
- As tintas podem ser inspecionadas imediatamente , enquanto ainda estão úmidas
- Não perdem a fluorescência com o tempo
- Método mais simples e mais efetivo de inspecionar e garantir a qualidade do sistema de pintura

VIABILIDADE DO MÉTODO

- Mais rápido e assegura uma melhor inspeção das superfícies (~14 m²/min)
- Maior Produtividade (área coberta por minuto) de 50 - 70%
- Identifica descontinuidades de 250 - 500 micrometros de diâmetro
- Identifica baixa espessura do filme nos cantos, arestas e bordas

N-2680



o nascimento das tintas tolerantes à
superfícies molhadas

DÉCADA DE 90 - CENÁRIO

- Tintas
 - Grande número de normas, sem preocupações com aspectos de proteção ambiental
- Tratamento de superfície
 - Proibição do jato de areia
- Fornecimentos
 - Tintas fora de especificação
- Performance
 - Baixa performance em projetos on-shore e off-shore



1996 - PROJETO DE PESQUISA

- Tintas com pouco solvente e sem solvente
 - Melhor performance
 - 15% de redução de custo
 - 79% de redução na emissão de solventes
- Hidrojateamento
 - Aprovado para trabalhos off-shore (Bacia de Campos) e on-shore (Refinarias)
- Tinta epóxi sem solvente surface tolerant (SFSTE)
 - Sem restrições de umidade relativa e ponto de orvalho

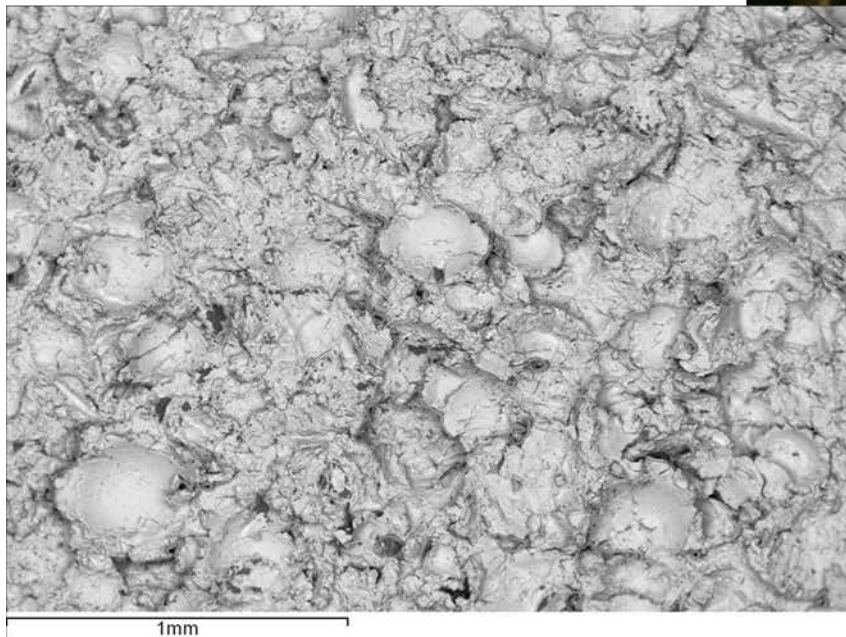
DÉCADA DE 90 - FALHAS PREMATURAS



Causa possíveis

- Falha de aplicação
- Umidade alta durante aplicação
- Contaminação do substrato
- Procedimentos inadequados
- Inspeção insuficiente

HIDROJATEAMENTO



LINHA DO TEMPO



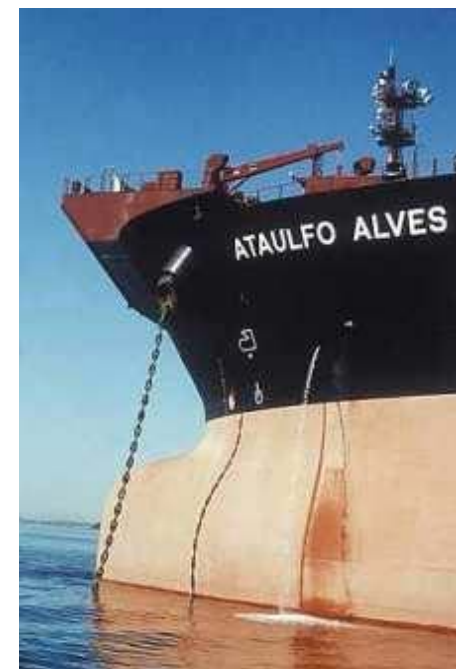
- 1997
Testes de campo na plataforma de Enchova
- 1998
Solicitação formal ao CENPES para revisar as especificações



LINHA DO TEMPO



- 1998 - 2000
14 tintas avaliadas conforme a nova especificação
- 1998
Pintura dos tanques de carga do NT-Ataulfo Alves



LINHA DO TEMPO



- 2001 - 2002

P-50 é a primeira unidade de produção com requisito de utilização de tintas tolerante à superfície molhada em todo o casco, tanques e módulos



LINHA DO TEMPO

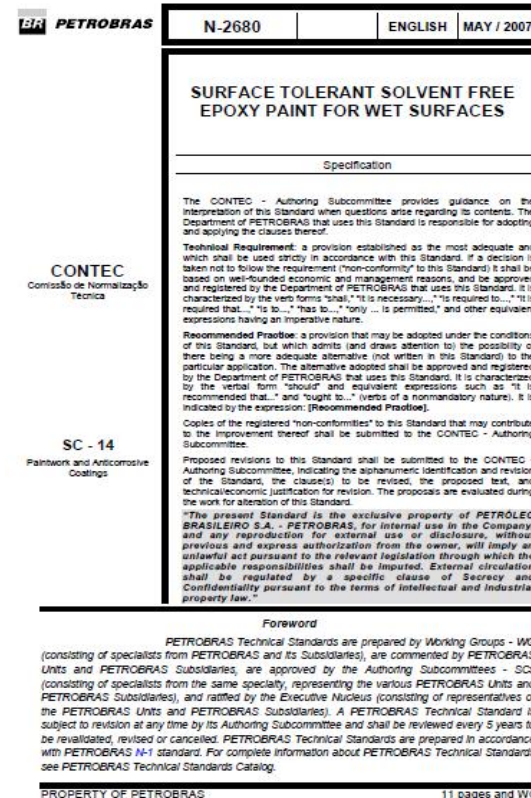


- 2007

Criação da norma Petrobras de SFSTE

- 2008

Inspeção do NT-Ataulfo Alves e da P-50



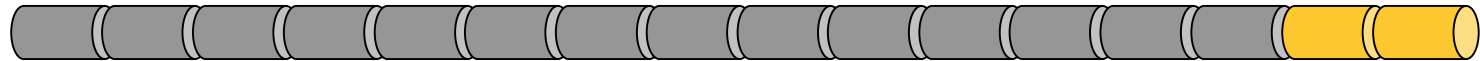
LINHA DO TEMPO



- 2007-2008
Manutenção da BGL-I



LINHA DO TEMPO

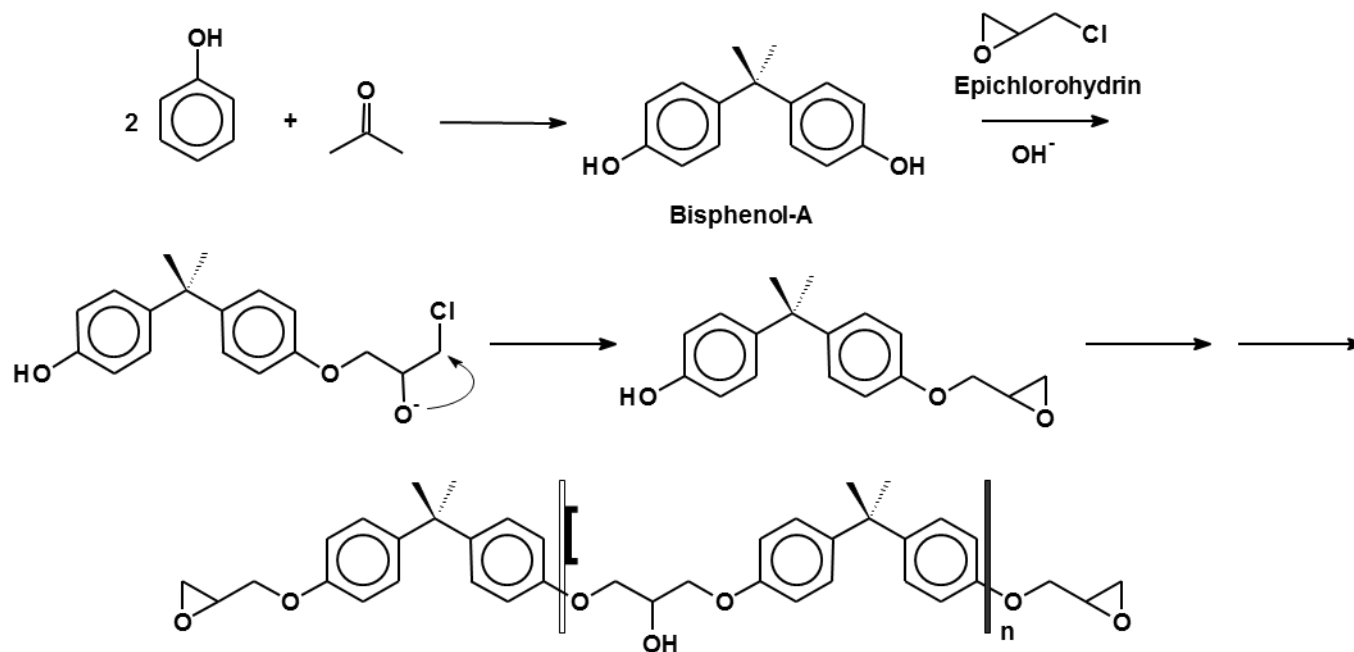


- 2009 – 2011
P-55: Casco e Upper Deck



COMPOSIÇÃO BÁSICA

Diglicidil Éter de Bisfenol A (DGEBA)



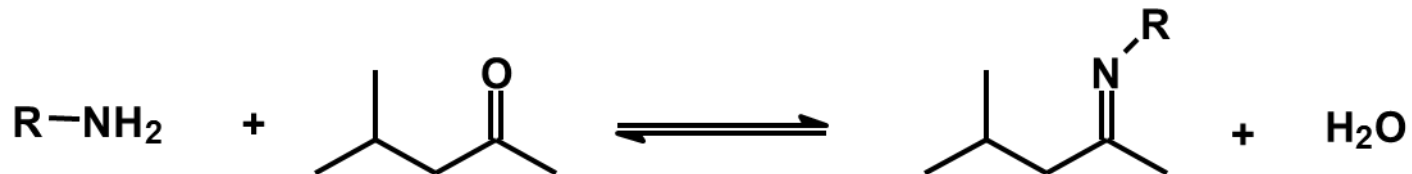
Em resinas líquidas, n é em torno de 0,15

AGENTES DE CURA

Existe uma infinidade de agentes de cura disponível no mercado

- Aminas primárias e secundárias
- Mercaptanas
- Fenóis
- Ácidos Carboxílicos
- Anidridos Ácidos
- Resinas com grupos amínicos e Isocianatos
 - Reagem com OH

CETOIMINA



- Produzida pela remoção da água
- Também se forma se agentes de cura com amina são formulados com cetonas
 - Velocidade de formação variável
- Cetoiminas reagem muito lentamente com epóxios
 - Aumento do pot-life
 - Presença de umidade “reforma” a amina após a aplicação devido aumento de área
- Também pode causar problemas
 - Incompatibilidade, exsudação e retenção de solventes

AMINE BLOOM

Estágio em que se tem, por diversas razões, **a presença de amina, do agente de cura, na superfície da película de tinta**. Esta, por sua vez, pode se apresentar embaçada, ou seja, com a cor original esmaecida e com aspecto “gorduroso”, sendo detectável ao se passar o dedo sobre a película

(Fernando Fragata)

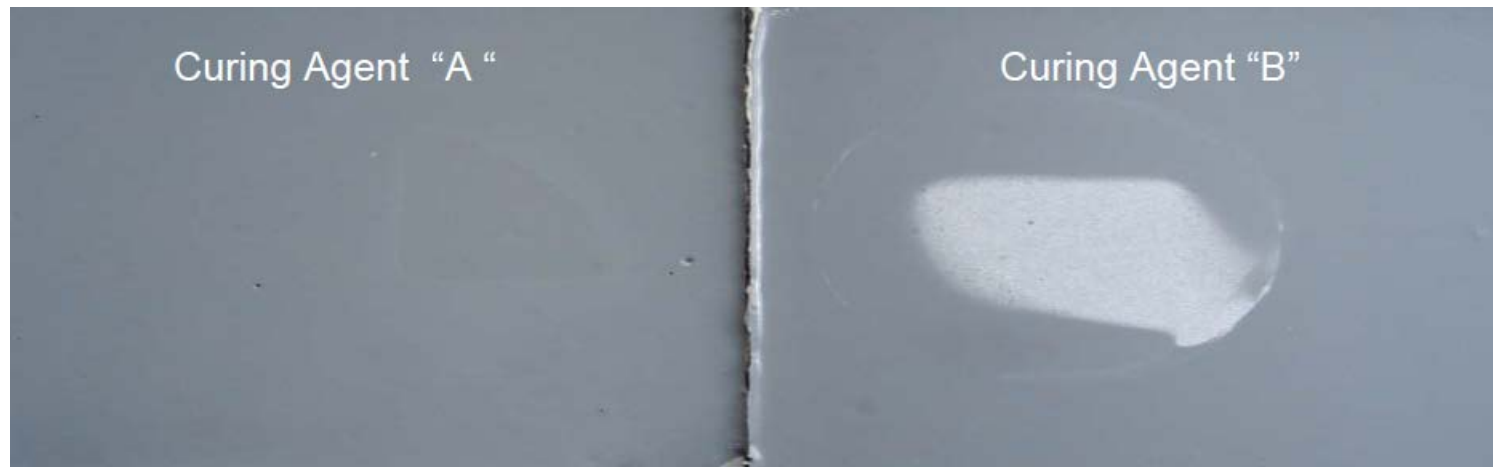


Cortesia: Gersinho Vieira

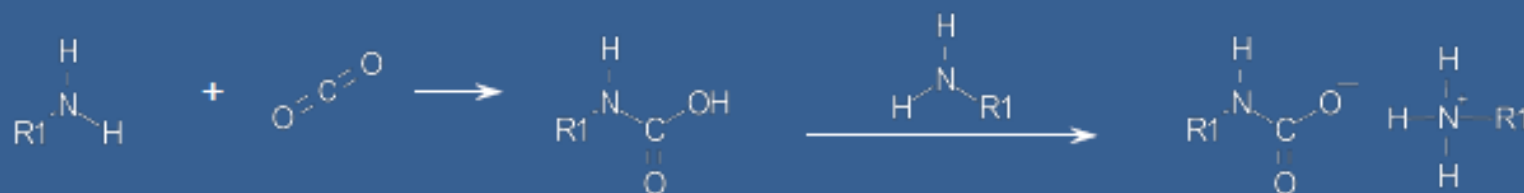
AMINE BLUSH

Corresponde a um estágio em que **a amina reagiu com o dióxido de carbono e umidade do meio**, dando origem à formação de sais de carbamato e/ou bicarbonato de amônio. Visualmente, a película pode se apresentar esbranquiçada, com brilho reduzido, com manchas localizadas ou generalizadas.

(Fernando Fragata)



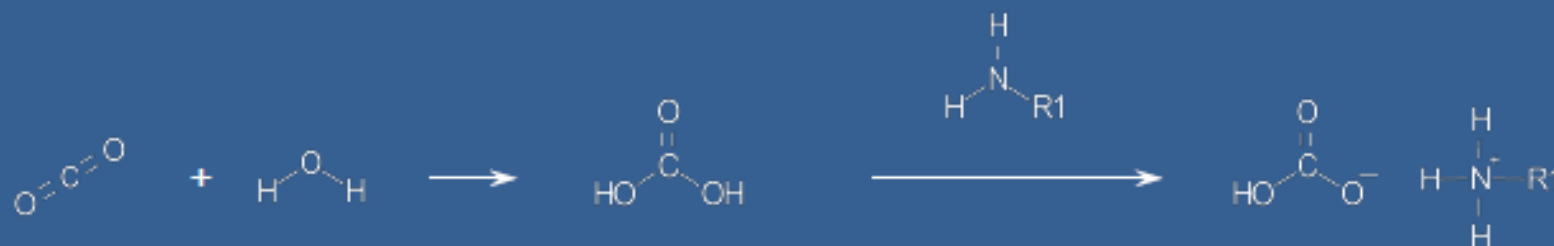
O MUNDO NÃO É PERFEITO



Agente de Cura

Ácido Carbâmico

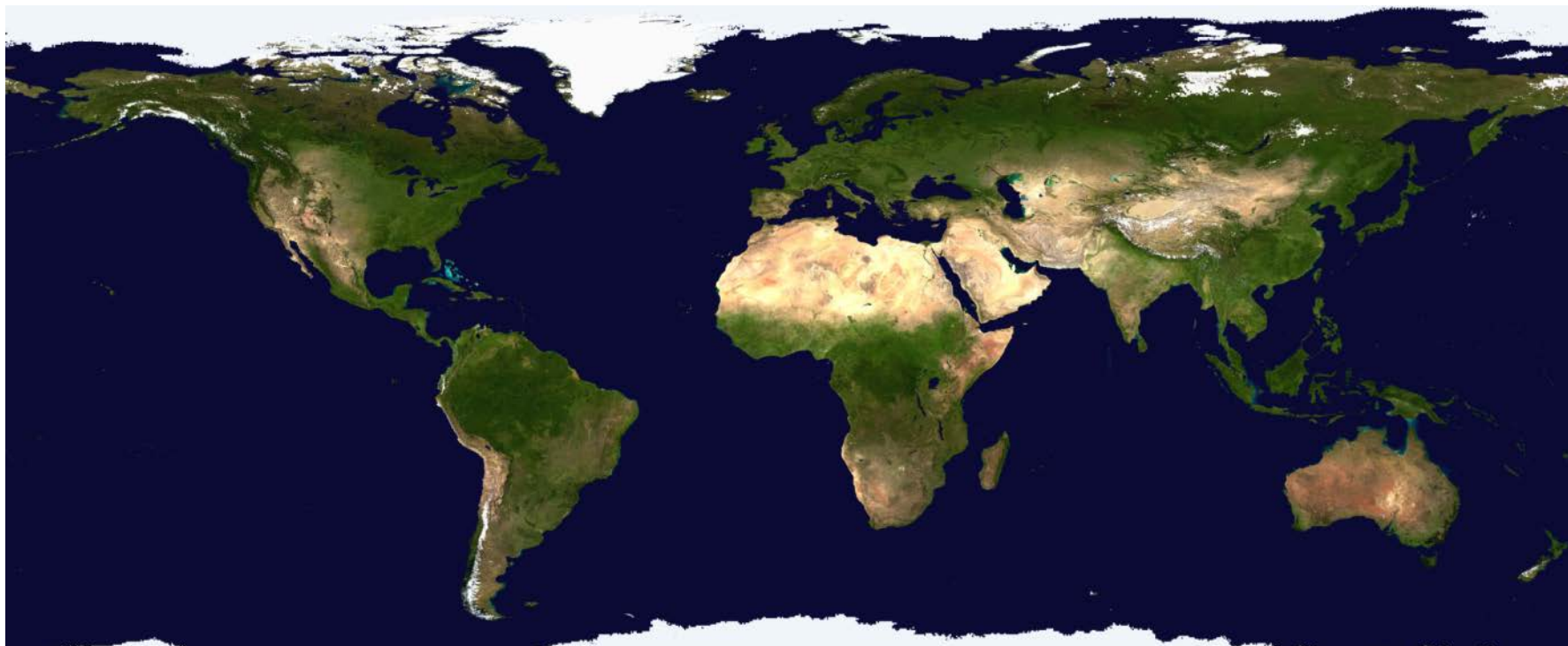
Sal de amônio (carbamato)



Ácido Carbônico

Sal de amônio (bicarbonato)

ATUAÇÃO GLOBAL



Rio de Janeiro, Brasil – 31°C – 19°C

Qingdao, China – 30°C – -4°C

Manama, Bahrein – 39°C – 14°C

Rio Grande, Brasil – 24°C – 9°C

EM UMA OBRA NA CHINA...



FATORES QUE INFLUENCIAM

- Seleção de matérias primas
- Velocidade e grau de cura
- Tipo de agente de cura
- Baixa temperatura ambiente
- Umidade relativa do ar elevada
- Mistura incorreta
 - Tempo de indução
- Procedimentos operacionais inadequados
- Outros

N-2912

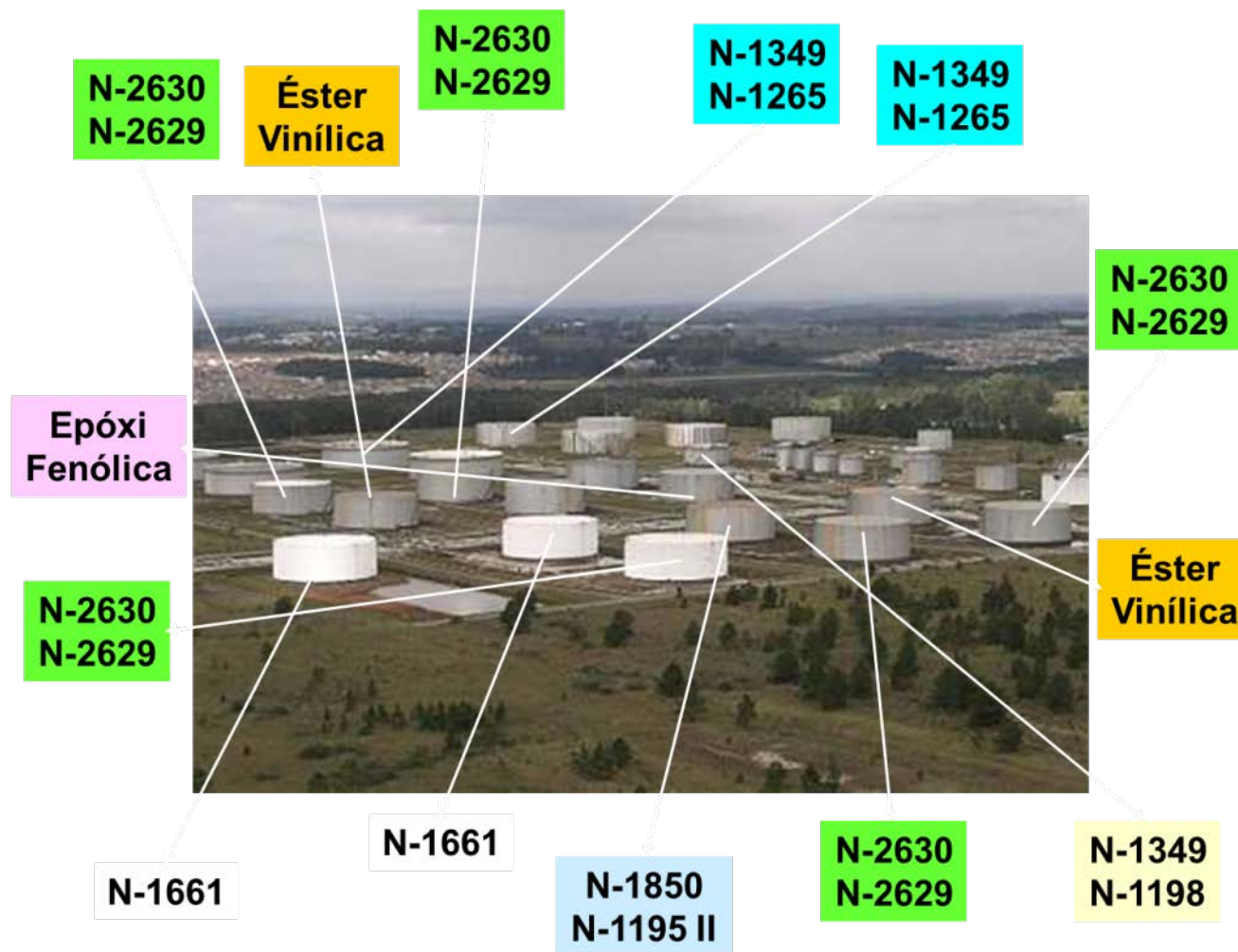


revestimento único para todo o
parque de tancagem

REVESTIMENTO INTERNO DE TANQUES

- Elevada resistência química
 - Diversos produtos
- Resistência à temperatura
 - Equipamentos aquecidos
- Resistência a diferentes tipos de produtos
 - Nafta, diesel, petróleo, água, querosene, gasolina, biodiesel
- Materiais sólidos
- Gradientes térmicos
- Áreas de estagnação
- Bactérias
- Preservação das especificações técnicas dos produtos armazenados
 - Querosene de aviação

CADA TANQUE DE UM JEITO



NOVO CENÁRIO

- Expansão das atividades de produção, refino e transporte
- Empresa de energia
- Adequação dos esquemas de pintura às novas condições de operação
 - Temperatura elevada, óleos com diferentes composições, "água produzida"
- Matriz energética do país
- Estratégias de mercado
- Maior rigor das especificações técnicas dos derivados
- Participação dos esquemas de pintura na logística da utilização dos parques de tanques

DEMANDA OPERACIONAL

Revestimentos com alta resistência à abrasão

Corrosão em fundos de tanques

Revestimentos para temperaturas elevadas

Óleos com H_2S e CO_2

Água Produzida



ENSAIOS TRADICIONAIS

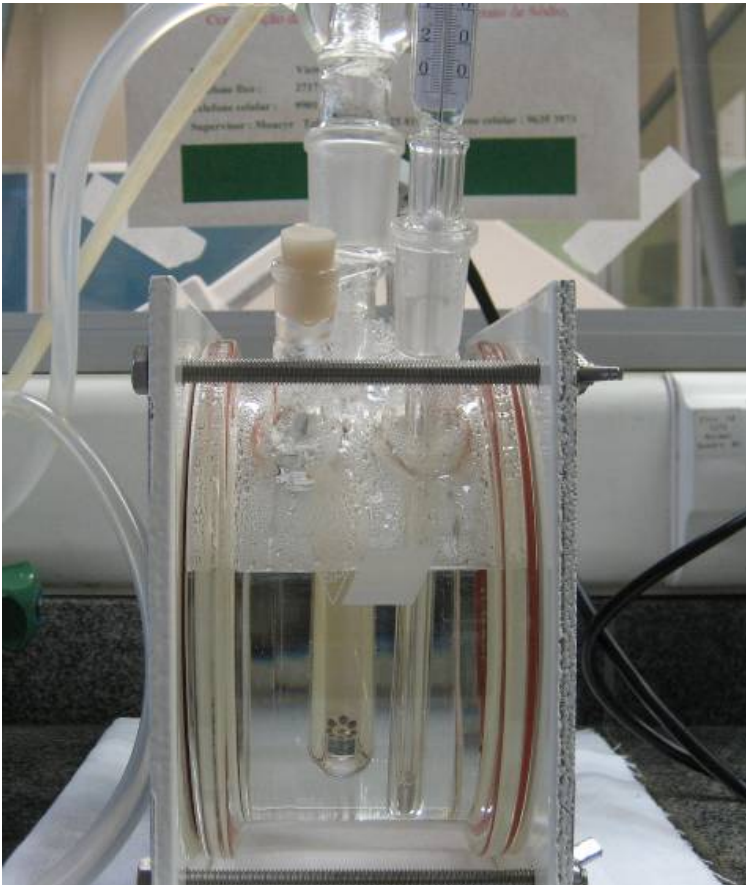


Descolamento catódico

Imersão em produtos químicos



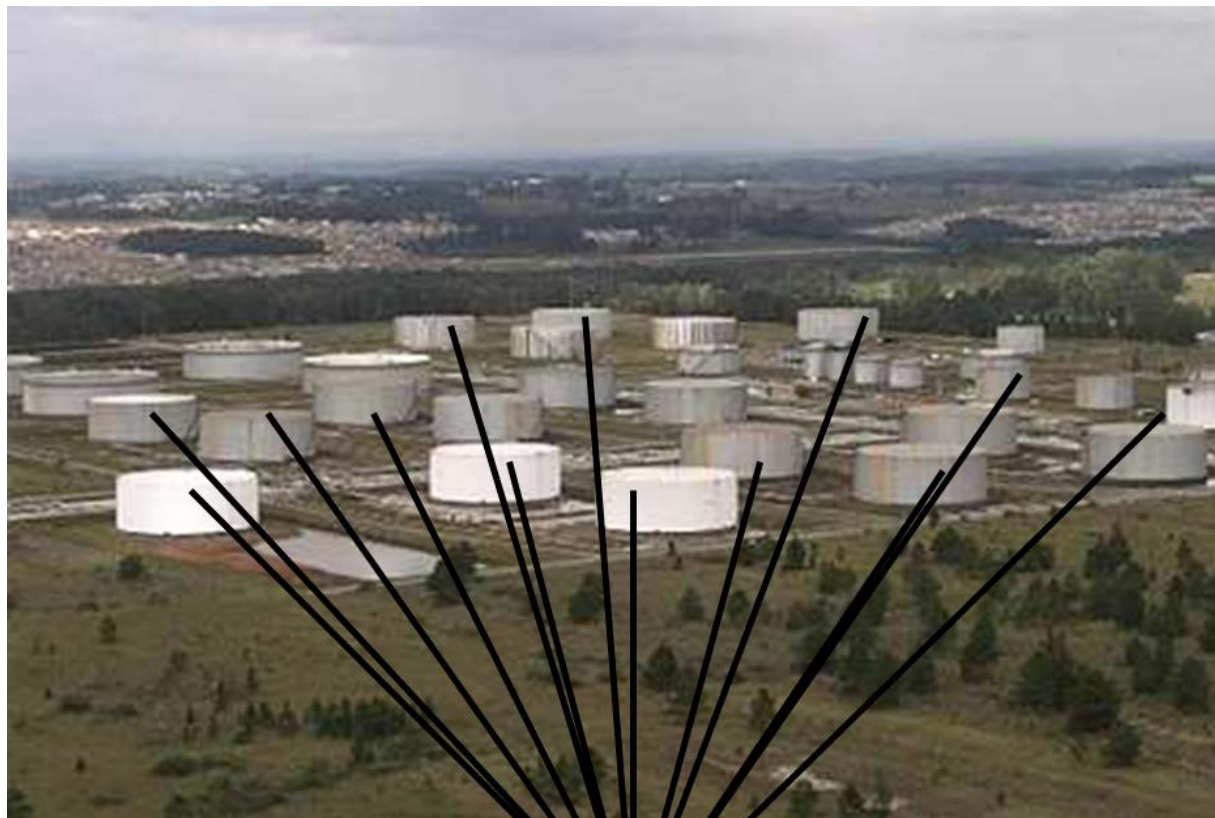
ENSAIOS NÃO TRADICIONAIS



Imersão em autoclave

Célula atlas

RESULTADO FINAL



N-2912

CONCLUSÃO



proteção anticorrosiva com
revestimentos orgânicos

ALGUNS PROJETOS EM ANDAMENTO

- Avaliação de materiais hidrofóbicos e hidrofílicos
 - Fluoropolímeros e efeito de folha de lótus
- Tintas ricas em zinco de alta espessura
 - Cargas especiais que permitem diminuir a concentração de pigmentos
- Tratamento químico de superfícies para pintura
 - Remoção química de contaminantes e durabilidade da superfície tratada
- Sistemas com retenção de cor e brilho
 - Amino silanos e alcóxi silanos

DESENVOLVIMENTO CONSTANTE

As necessidades operacionais não cessam

- Temperaturas mais altas de operação
- Pressões mais altas
- Maior durabilidade
- Melhor condutividade
- Mais fácil de aplicar
- Acabamento avançado
- Maior resistência química
- Resistência à abrasão
- Incrustação e bioincrustação
- Retenção de cor e brilho
- Mais tolerante às condições de aplicação
- Aplicação em temperaturas mais baixas

DESENVOLVIMENTO CONSTANTE

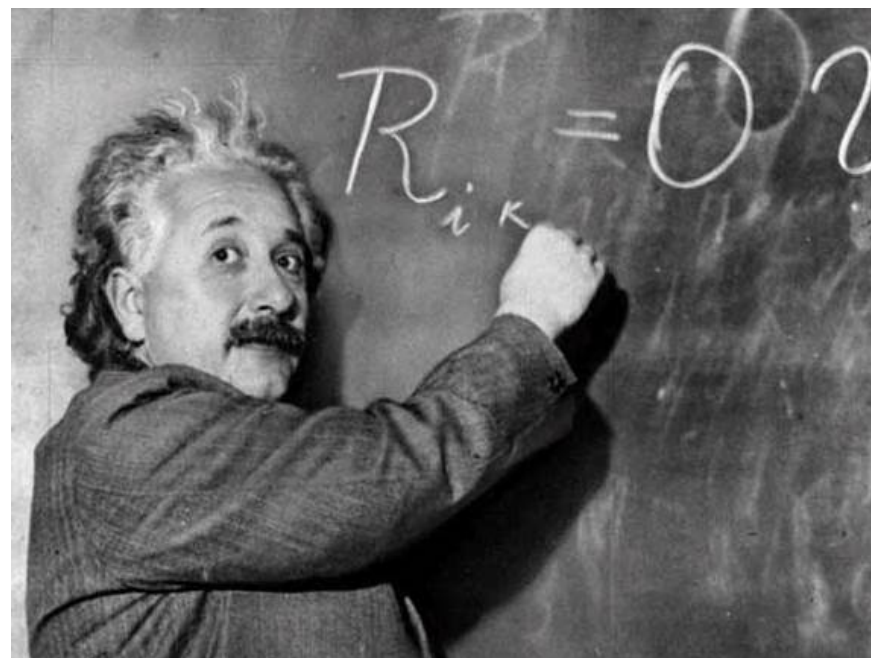
- Sistemas sem a presença de plastificantes
- Agentes de cura que permitam intervalos de repintura mais longos
- Sistemas dispersíveis em água
- Sistemas com secagem e cura rápida
- Aspectos globais de segurança

P&D DE REVESTIMENTOS ORGÂNICOS

Hernane "Brocador"



Albert Einstein



AGRADECIMENTOS

Todos os presentes (pela atenção)

Associação Brasileira de Química (pelo convite)

Air Products (pelas informações cedidas)

Sherwin Williams (pelas imagens e informações cedidas)

Smart Coat (pelas imagens cedidas)

OBRIGADO

Victor SOLYMOSSY, M.Sc.

CENPES/PDEP/TMEC

Tecnologia de Materiais, Equipamentos e Corrosão

solymossy@petrobras.com.br